

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского»

Радиофизический факультет  
Кафедра электродинамики

Направление «Радиофизика»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ  
РАБОТА**

**Название работы**

Выполнил студент гр. ???

ФИО

Научные руководители:

к. ф.-м. н.

Еськин В. А.

# Содержание

Введение . . . . .	3
<b>Глава 1. Распознавания формул на изображениях глубокой нейронной сетью, основанной на GRU ячейке . . . . .</b>	<b>5</b>
1.1. Описание набора данных и подготовки набора данных . . . . .	5
1.2. Описание модели . . . . .	7
1.3. Описание процесса обучения и оценки точности модели . . . . .	7
1.4. Результаты численных экспериментов . . . . .	7
<b>Глава 2. Распознавания формул на изображениях глубокой нейронной сетью, основанной на трансформере . . . . .</b>	<b>8</b>
2.1. Описание модели . . . . .	8
2.2. Описание процесса обучения и оценки точности модели . . . . .	8
2.3. Результаты численных экспериментов . . . . .	8
Заключение . . . . .	9
<b>Литература . . . . .</b>	<b>10</b>

## Введение

На данном этапе развития технологий в современном мире всё чаще появляется необходимость автоматизированного чтения текста с изображений, фото или видео. Под текстом может подразумеваться абсолютно всё: рукописный текст, формулы, требующие переноски из старых учебников и книг в сеть или быстрый перевод текста с бумажных носителей. В любом случае, такие технологии сильно облегчают жизнь людей.

Сейчас такую возможность нам предоставляют нейронные сети, которые, по сути, имитируют некоторые аспекты умственной деятельности человека, так как нейронная сеть – это модель, математически созданная на основе биологических нейронных сетей и их функционирования. Первая попытка создания нейронной сети принадлежит Уоррену Мак-Каллоку и Уолтеру Питтсу, которые формируют понятие нейронной сети [1]. А через несколько лет Дональд Хебб предлагает первый алгоритм обучения.

Интерес к нейронным сетям обусловлен их успешным применением в самых разных областях – медицина, бизнес, геология, физика. Их практикуют везде, где нужно находить решения задач управления, классификации или прогнозирования. Так Бернард Уидроу и его студент Хофф создали Адалин, использовавшийся для задач предсказания и адаптивного управления [2]. В 2007 году Джеффри Хитон в университете Торонто созданы алгоритмы глубокого обучения многослойных нейронных сетей. Для этого была использована ограниченная машина Больцмана[3]. Для обучения должно использоваться большое количество образов, которые могут быть распознаны. После обучения на выходе имеется быстро работающая программа с возможностью решения конкретных задач.

Целью работы является обучение нейросети, основанной на GRU ячейке и нейросети, основанной на модели "Трансформер с последующим сравнением их результатов.

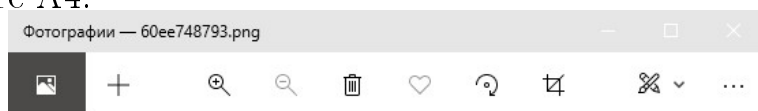
Актуальность данной работы состоит в сравнении двух нейронных сетей, разработанных на двух различных моделях. Данное решение принято исходя из того, чтоб подсчитать, с каким успехом развиваются нейронные сети и с какой скоростью они будут обучаться, имея одинаковый набор данных.

Данная работа состоит из двух глав. В первой главе рассматривается эксперимент с распознаванием формул на изображениях глубокой нейронной сетью, основанной на GRU ячейке. Во второй исследуется распознавания формул на изображениях глубокой нейронной сетью, основанной на модели "Трансформер".

# Распознавания формул на изображениях глубокой нейронной сетью, основанной на GRU ячейке

## 1.1. Описание набора данных и подготовки набора данных

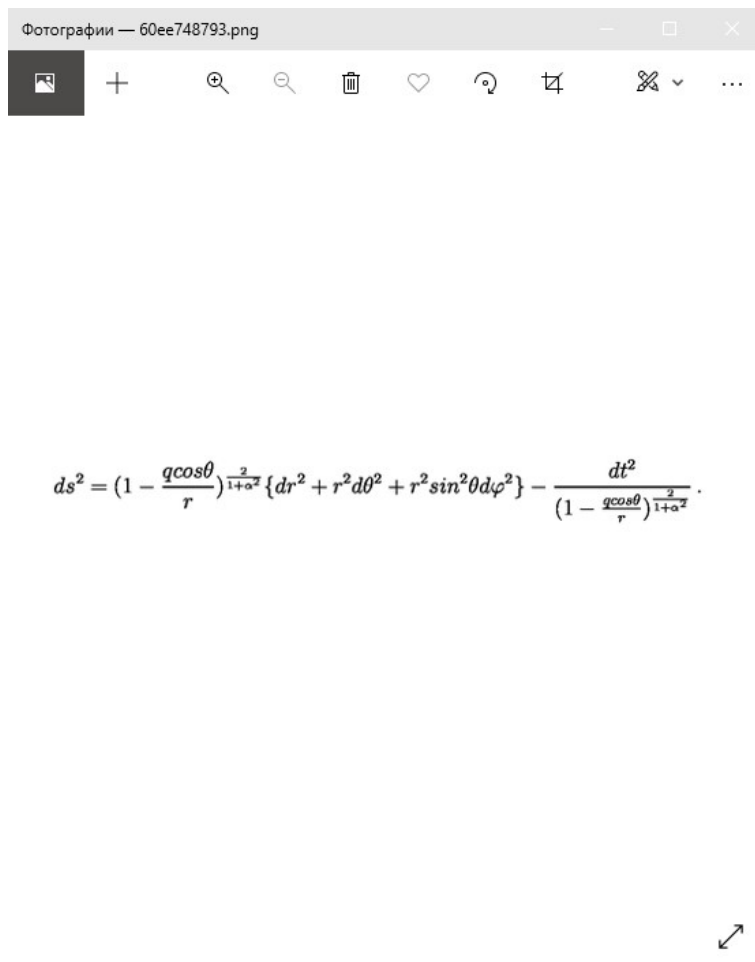
В качестве набора данных используются изображения с формулами, взятых с гарвардского проекта[4]. Изначально мы имеем изображения формул на листе А4.



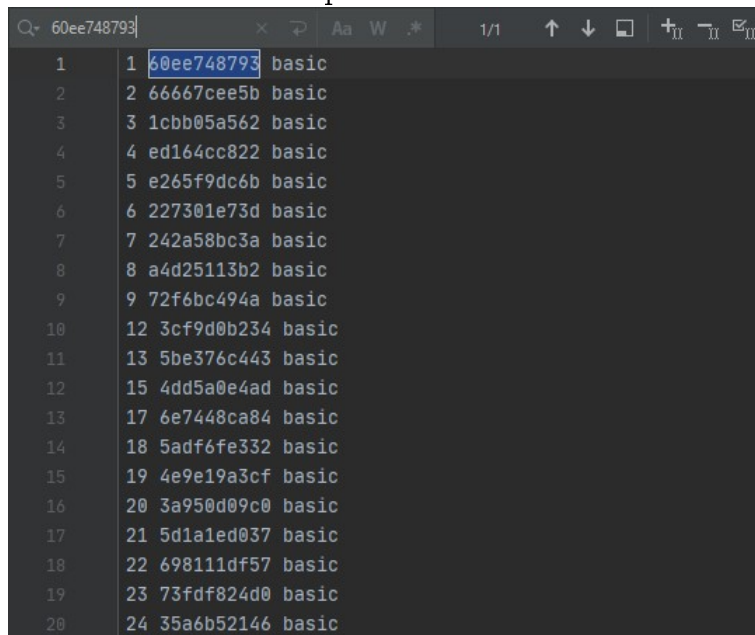
$$ds^2 = \left(1 - \frac{g \cos \theta}{r}\right) \frac{dt^2}{r^{1/2}} \{dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\varphi^2\} - \frac{dt^2}{\left(1 - \frac{g \cos \theta}{r}\right) \frac{1}{r^{1/2}}}.$$



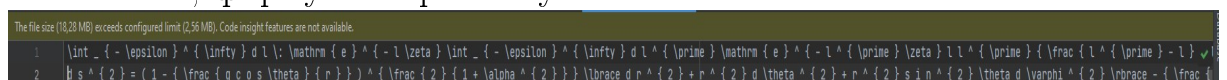
Для оптимизации работы нейронной сети, предварительно, эти изображения обрезаются.



Создаётся отдельный файл, где каждая из формул прописана в печатном виде и имеет свой номер.



После чего, формулы нормализуются.



Для наибольшего успеха обучения, из пакета данных формулы исключаются те, что имеют большое количество токенов и грамматические ошибки.

## **1.2. Описание модели**

## **1.3. Описание процесса обучения и оценки точности модели**

## **1.4. Результаты численных экспериментов**

# Распознавания формул на изображениях глубокой нейронной сетью, основанной на трансформере

## 2.1. Описание модели

Нейронная сеть с моделью "Трансформер" так же как и первая модель состоит из слоёв. Отличие её в том, что для оптимизации её скорости и обучения, она оснащена "механизмом внимания". Вместо того, чтобы полученная в процессе обучения информация переходила из одного слоя в другой, используется механизм, который принимает решение какой элемент входной последовательности имеет важное значение для конкретной формулы выходной последовательности.

## 2.2. Описание процесса обучения и оценки точности модели

Процесс обучения состоит из 11 заданий, для каждого из которых введены свои критерии обучения.

## 2.3. Результаты численных экспериментов



## Заключение

## Литература